



**LearnSTEM**  
Innovatives Modell für MINT-Unterricht  
in Sekundarschulen



Co-funded by  
the European Union

**LearnSTEM**  
*Innovatives Modell des MINT-Lernens  
in Sekundarschulen*

ERASMUS+ KA220  
Kooperationspartnerschaften in der Schulbildung

**WP3:**  
**Handbuch zur Umsetzung von MINT-Praktiken**

ALİ ERDEM  
KIRŞEHİR AHI EVRAN ANADOLU LİSESİ  
Kırşehir/ TÜRKİYE

**Datum:**  
01.04.2023

**Referenznummer:**  
2022-1-TR01-KA220-SCH-000087583



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.



## 1 Lernressourcen

### 1.1 Modul 1 - Entwurf eines windbeständigen Wolkenkratzers

#### 1.1.1 Hintergrund

Skyscraper, ein sehr hohes, mehrstöckiges Gebäude. Der Name wurde erstmals in den 1880er Jahren verwendet, kurz nachdem in den Vereinigten Staaten die ersten Wolkenkratzer gebaut worden waren. Wetterbedingungen wie die Windgeschwindigkeit können je nach Bauart und Konstruktion dramatische Auswirkungen auf die Gebäude haben.

Wolkenkratzer sind für die Ewigkeit gebaut, und daher stellt sich die Frage, welcher Windgeschwindigkeit Wolkenkratzer standhalten können. Sie sind grundsätzlich so konzipiert, dass sie sehr harten Bedingungen und hohen Windgeschwindigkeiten standhalten. Der Wolkenkratzer wurde so konstruiert, dass er extremen Bedingungen standhält und einer Windstärke von bis zu 100 bis 170 Meilen pro Stunde standhält. Beim Bau eines Wolkenkratzers werden die örtlichen Vorschriften berücksichtigt, um sicherzustellen, dass das Bauwerk den örtlichen Gegebenheiten des jeweiligen Gebiets entspricht.

Diese Lektion ist Teil der Klimaaktion in LearnSTEM. In dieser Lektion lernen die Lernenden die Merkmale und die Geschichte der Wolkenkratzer kennen und erfahren, wie sie der Kraft des Windes standhalten können. Diese Lektion beinhaltet die Ziele, Voraussetzungen und Ausschlüsse der Lektion, in der die Schüler\*innen lernen, wie man Wolkenkratzer identifiziert und welchen Zweck die Form des Gebäudes in Bezug auf den Windwiderstand erfüllt. Sie führen ein Experiment durch und bauen ihren eigenen Wolkenkratzer, der dem Wind widerstehen kann.

Die Lektion wird mit einem H5P-Quiz abgeschlossen, in dem das erworbene Wissen getestet wird und das den Schüler\*innen die Möglichkeit gibt, ihre Fortschritte zu bewerten und mögliche Wissenslücken zu erkennen.

Vor Beginn der praktischen Übung sehen sich die Schüler\*innen ein Video an, in dem gezeigt wird, wie Wolkenkratzer der Kraft des Windes standhalten können.

Um das erworbene Wissen zu festigen, wird die Lehrkraft den Schüler\*innen zusätzliche Videos von der YouTube-Plattform vorführen, die ihr Verständnis und ihr Bewusstsein für das Thema verbessern sollen.

Diese interdisziplinäre und interaktive Lektion soll die Schüler\*innen inspirieren und ihnen den Zweck der Gebäudeform in Bezug auf den Windwiderstand näher bringen. Welche Faktoren beeinflussen das Design eines Wolkenkratzers, um dem Wind zu widerstehen?

Nach dieser Lektion sollten die Schüler\*innen in der Lage sein:

- verschiedene bautechnische Prinzipien im Zusammenhang mit Hochhäusern zu identifizieren
- Designprinzipien mit berühmten Wolkenkratzern vergleichen
- Wie wird das Fundament eines Wolkenkratzers windfest gemacht?

#### **INHALT DER LEKTION**

1. Didaktisches Video (WP2-P2-Lernsystem-Lernressource- Entwurf eines Wolkenkratzers, der dem Wind widersteht)
2. PPT (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource- Design A Skyscraper Resisting The Wind),
3. Zusätzliche Ressourcen (WP2-P2-Learnstem\_Text\_The Design A Skyscraper Resisting The Wind), zusätzliche Videos von der YouTube-Plattform
4. Assessment (H5P) (WP2-P2-Learnstem\_Text\_Design A Skyscraper Resisting The Wind L-H5P\_DE.Docx),



# LearnSTEM

## Innovatives Modell für MINT-Unterricht in Sekundarschulen



Co-funded by  
the European Union

### 5. Experiment

#### 1.1.2 Inhalt

LearnSTEM		
Modul 1: Entwurf eines Wolkenkratzers, der dem Wind widersteht		
<b>Ziel des Lerneinheit</b>	<b>Moduls/der</b>	Das Ziel dieses Moduls ist es, : 1 In dieser Lektion untersuchen die Schüler*innen Bilder von Gebäuden, um die einzigartigen Merkmale von Wolkenkratzern zu verstehen, die Elemente der Hochhauskonstruktion zu bewerten und zu überlegen, wie Wolkenkratzer die städtische Umgebung und die Skyline prägen. 2. Sie lernen den Zweck der Gebäudeform in Bezug auf den Windwiderstand kennen. Welche Faktoren beeinflussen den Entwurf eines Wolkenkratzers, um dem Wind zu widerstehen?
<b>Dauer</b>		80 min.
<b>Lernziele</b>		1. Die Schüler*innen werden - Wolkenkratzer kennenlernen; - Fakten und Zahlen über die höchsten Gebäude der Welt entdecken; die Höhe der 10 höchsten Gebäude der Welt grafisch darstellen. 2. die Schüler*innen werden: - die Merkmale von Wolkenkratzern identifizieren - Bilder auswerten, um Wolkenkratzer von anderen Strukturen zu unterscheiden 3. die Schüler*innen lernen: - Wie wird das Fundament eines Wolkenkratzers gegen Wind ausgelegt?
<b>Erforderliche Ressourcen und Materialien</b>  (Arbeitsblatt, Diagramme, Handouts, didaktisches Video, Auszüge aus Büchern/Handbüchern, Mind Maps usw.)		1. Didaktisches Video (WP2-P2-Lernsystem-Lernressource- Entwurf eines Wolkenkratzers, der dem Wind widersteht 2. PPT (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource- Design A Skyscraper Resisting The Wind), 3. Zusätzliche Ressourcen (WP2-P2-Learnstem_Text_Der Entwurf eines Wolkenkratzers, der dem Wind widersteht), 4. Assessment (H5P) (WP2-P2-Learnstem_Text_Design A Skyscraper Resisting The Wind L-H5P_DE.Docx), 5. Experiment
<b>Verfahren</b>		<b>Unterrichtsschritte, denen die Lernenden folgen müssen:</b>  <b>1. PRÄSENTATION UND DISKUSSION (10 MIN)</b>  1. die Definition eines Wolkenkratzers 2. der Ursprung des Wolkenkratzers 3. prominentes Beispiel eines Wolkenkratzers 4. die Merkmale eines Wolkenkratzers 5. der Wolkenkratzer und der Wind  <b>2. ERWEITERUNGSAKTIVITÄT (10 MIN)</b> Ermutigen Sie die Schüler*innen, diese Fragen zu diskutieren und/oder zu erörtern: Wie hoch dürfen oder sollen Bürogebäude oder Wohnhäuser sein? Welchen Zweck erfüllen Wolkenkratzer? Brauchen wir sie noch? Was sind die Vor- und Nachteile von sehr hohen Gebäuden? Erforschen Sie Fakten und Zahlen über

die höchsten Gebäude der Welt; die Höhe der 10 höchsten Gebäude der Welt grafisch darstellen.

### 3. ANZEIGE DES VIDEOS ( 10 MIN)

<https://www.youtube.com/watch?v=tHMPR7flpf4>

Wie hohe Gebäude den Wind zähmen

### 4. EXPERIMENTIEREN UND DISKUTIEREN (40 MIN)

Seien Sie ein Architekt und konstruieren Sie Ihren eigenen Wolkenkratzer, der allen möglichen Bedingungen standhält: Die Schüler\*innen bauen ihre eigenen Zeitungstürme in einem Wettbewerb um die Höhe und müssen dabei auch noch einer simulierten "Hurrikan"-Windstärke standhalten.

#### Materialien

Schere

Zeichenpapier

Lineal

Papier und Bleistift für die Entwurfsplanung

#### Verfahren

In Einzel- oder Paararbeit treten die Schüler\*innen gegeneinander an, um freistehende, tragfähige Türme zu entwerfen, zu bauen, zu testen und neu zu gestalten.

Die Herausforderung besteht darin, den höchsten Turm zu bauen und dabei die Konstruktionskriterien zu erfüllen und möglichst wenig Material zu verbrauchen - und das alles innerhalb eines Zeitlimits. Die Schüler\*innen experimentieren mit verschiedenen geometrischen Formen, die in Konstruktionen verwendet werden, und stellen fest, wie sich Konstruktionsentscheidungen auf die Höhe und Festigkeit von Strukturen auswirken, und machen sich mit den Konzepten von Strukturelementen und Modellierung vertraut.

Nach dieser Übung sollten die Schüler\*innen in der Lage sein:

Modelle für freistehende, tragende Türme zu beschreiben und zu entwerfen. Effektive geometrische Formen, die bei der Konstruktion von Türmen verwendet werden, zu identifizieren.

Kann dieser Wolkenkratzer dem Wind und Regen eines Taifuns standhalten? Schüler\*innen experimentieren mit einem Gebäudemodell des berühmten Taipeh 101, um die Sicherheit in der Monsunzeit zu testen und zu verbessern.



1. Stellen Sie Ihren Wolkenkratzer auf die Probe, um zu sehen, ob er intakt bleibt.  
Wind: Richten Sie einen Fön oder Ventilator auf Ihren Wolkenkratzer.  
Erdbeben: Schütteln Sie den Tisch, auf dem Ihr Gebäude steht, leicht.  
Gewicht: Bringe Gewichte an der Spitze deines Wolkenkratzers an.
2. Machen Sie ein Brainstorming über Möglichkeiten zur Verbesserung Ihres Wolkenkratzers. Was funktioniert? Was funktioniert nicht?



# LearnSTEM

## Innovatives Modell für MINT-Unterricht in Sekundarschulen



Co-funded by  
the European Union

	<p>Welche Änderungen sind erforderlich? Baut ihn wieder auf und testet ihn erneut, um zu sehen, ob er besser geworden ist!</p> <p><b>5. BEWERTUNG (H5P) (10 MIN)</b></p>
<p><b>Methoden zur Vermittlung von Inhalten</b> (Vorlesung, Diskussionen, Forschung, Gruppenarbeit usw.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● die darstellenden Methoden: Vortrag;</li> <li>● programmiertes Lernen: per Computer, E-Lehrbuch;</li> <li>● Praktisches Lernen: Übungen zum Thema;</li> <li>● Einzelaktivität, Aktivität in Paaren und kollektive Aktivität.</li> </ul>
<p><b>Bewertungsmethode</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● H5P-Quiz</li> <li>● Bewertung auf der Grundlage von Leistungen und praktischen Ergebnissen</li> <li>● Kontinuierliche Bewertung durch Beobachtung</li> </ul>
<p><b>Referenzen (falls erforderlich)</b> (bitte APA-Stil verwenden)</p>	<p><a href="https://www.builderspace.com/the-skyscraper-construction-process-explained">https://www.builderspace.com/the-skyscraper-construction-process-explained</a></p> <p>Wie Wolkenkratzer funktionieren - <a href="http://science.howstuffworks.com/skyscraper4.htm">http://science.howstuffworks.com/skyscraper4.htm</a></p> <p>Wie hoch können Wolkenkratzer sein? - <a href="http://www.wisegeek.com/how-tall-can-skyscrapers-be.htm">http://www.wisegeek.com/how-tall-can-skyscrapers-be.htm</a></p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=tHMPR7flpf4">https://www.youtube.com/watch?v=tHMPR7flpf4</a></p> <p>Wie Wolkenkratzer funktionieren - <a href="http://science.howstuffworks.com/skyscraper4.htm">http://science.howstuffworks.com/skyscraper4.htm</a></p> <p>Wie hoch können Wolkenkratzer sein? - <a href="http://www.wisegeek.com/how-tall-can-skyscrapers-be.htm">http://www.wisegeek.com/how-tall-can-skyscrapers-be.htm</a></p>



## 1.2 Lerneinheit 2- Smog und Temperaturinversionen

### 1.2.1 Hintergrund

Smog ist definiert als weit verbreitete Luftverschmutzung, die die Sicht beeinträchtigt. Der Begriff "Smog" ist eine Kombination aus zwei Wörtern: "Rauch" und "Nebel", die sein Aussehen beschreiben sollen. Ursprünglich war das, was heute als schwefelhaltiger Smog bezeichnet wird, vor allem in Industriegebieten verbreitet, da er durch Schwefeloxide entsteht, die bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Kohle freigesetzt werden. Heute ist der photochemische Smog, der auch als bodennahes Ozon oder Sommersmog bezeichnet wird, viel häufiger. Er tritt vor allem in städtischen Gebieten auf, da die für seine Entstehung notwendigen Stickoxide aus Autoabgasen stammen. In der Regel gilt: Je höher die Höhe, desto niedriger die Lufttemperatur.

Die Temperaturinversion ist ein meteorologisches Phänomen, das entsteht, wenn kühle Luft am Boden unter einer warmen Luftschicht eingeschlossen wird. Temperaturinversionen treten häufiger im Winter auf der Nordhalbkugel auf, da hoher Luftdruck, klarer Himmel und lange Nächte dafür sorgen, dass die Wärme leicht vom Boden abgeführt werden kann. Dies führt zu einem Phänomen, das als Wintersmog bezeichnet wird und durch die Verbrennung von Holz und Kohle in den Haushalten noch verschlimmert wird.

Diese Lektion ist Teil der Klimaaktion in LearnSTEM. In dieser Lektion lernen die Lernenden eine der Auswirkungen der Umweltverschmutzung kennen: Smog und Temperaturinversion. Dieser Unterrichtsplan enthält die Ziele, Voraussetzungen und Ausnahmen der Lektion, in der die Schüler\*innen Smog und Temperaturinversion lernen und mit ihren Freunden diskutieren.

Nach dieser Lektion werden die Schüler\*innen

- die Begriffe Temperaturinversion, Temperaturschwankung, tageszeitliche Temperaturschwankung, jährliche Temperaturschwankung erläutern;
- den Zusammenhang zwischen der Höhe über dem Meeresspiegel und der Temperatur beschreiben;
- beschreiben, wie die Inversion zur Entstehung von Phänomenen wie Nebel und Smog beiträgt.

### INHALT DER LEKTION

- Didaktisches Video (WP2-P2-Lernsystem-Lernmittel-Smog und Temperatur Inversionen)
- PPT (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource- Smog und Temperatur Inversionen),
- Zusätzliche Ressourcen (WP2-P2-Learnstem\_ Smog And Temperature Inversions), zusätzliche Videos auf der YouTube-Plattform
- Assessment (H5P) (WP2-P2-Learnstem\_ Smog And Temperature Inversions),
- Experiment

### 1.2.2 Inhalt

LearnSTEM	
Modul 1: Smog und Temperaturinversionen	
<b>Ziel des Moduls/der Lerneinheit</b>	Ziel dieses Moduls ist es, die Bedeutung der Luft für die menschliche Gesundheit aufzuzeigen, indem ihre Eigenschaften und die wichtigsten gefährlichen Schadstoffe definiert werden.  Ziel 1: Beobachtung der Entstehung von Temperaturinversionen und des Einflusses von Inversionen auf die Luftverschmutzung.



# LearnSTEM

## Innovatives Modell für MINT-Unterricht in Sekundarschulen



Co-funded by  
the European Union

	<p>Ziel 2: Erörterung der gesundheitlichen Auswirkungen von Luftschadstoffen und des Clean Air Act als Instrument zur Verringerung der Luftverschmutzung in der Welt.</p> <p>Ziel 3: Den Schüler*innen Maßnahmen vorstellen, die sie und/oder andere Mitglieder unserer Gemeinschaft ergreifen können, um die Luftverschmutzung zu verringern.</p>
<p><b>Dauer</b></p>	<p><b>80 Min.</b></p>
<p><b>Lernziele</b></p>	<p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls/der Lerneinheit (LU) sind die Schüler*innen in der Lage:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. die Gründe für die Unterschiede in der Lufttemperatur in den verschiedenen Teilen der Welt zu kennen.</li> <li>2. Nach Abschluss der Demonstrationslektion sollten die Schüler*innen in der Lage sein: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zu beschreiben, wie eine Temperaturinversion entsteht</li> <li>• zwei Hauptquellen von Luftschadstoffen, die in einer Temperaturinversion eingeschlossen werden können zu nennen</li> <li>• zu verstehen, wie die Aktivitäten der Menschen mit natürlichen Ereignissen in Bezug auf die Luft in unserer Umwelt interagieren</li> <li>• Informationen aus dem Demonstrationsmodell einer Temperaturinversion auf ein solches Ereignis in der realen Welt unter Verwendung der Schlüsselwörter: Schadstoff, Luftverschmutzung, Temperaturinversion und Smog anzuwenden.</li> </ul> </li> <li>3. Die Schüler*innen mit den allgemeinen Themen rund um die Luft vertraut machen - das Phänomen der Ausbreitung, das Phänomen der Atmung und die Bedeutung dieser Phänomene für den Menschen, <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schüler*innen mit den Grundlagen des Problems der Luftverschmutzung und der Häufigkeit ihres Auftretens, auch in ländlichen Gebieten, vertraut zu machen,</li> <li>- Schüler*innen mit den Ursachen der schlechten Luftqualität und der Schädlichkeit der Verbrennung von Kohle und Holz vertraut zu machen.</li> </ul> </li> </ol>
<p><b>Erforderliche Ressourcen und Materialien</b></p> <p>(Arbeitsblatt, Diagramme, Handouts, didaktisches Video, Auszüge aus Büchern/Handbüchern, Mind Maps usw.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Didaktisches Video (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource- Smog und Temperatur Inversionen)</li> <li>• PPT (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource- Smog und Temperatur Inversionen),</li> <li>• Zusätzliche Ressourcen (WP2-P2-Learnstem_ Smog und Temperatur Inversionen),</li> <li>• Bewertung (H5P) (WP2-P2-Learnstem_ Smog und Temperatur Inversionen),</li> <li>• Experiment (ähnlich wie das oben gezeigte Video)</li> </ul>
<p><b>Verfahren</b></p>	<p><b>Anleitungsschritte, die die Schüler*innen befolgen müssen:</b></p> <p><b>1. PRÄSENTATION UND DISKUSSION (20 min.)</b></p> <p>Was sind Rauch und Temperaturumkehrungen "Smog und Temperatur"?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kriterien für den Erfolg <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Begriffe Temperaturinversion, Temperaturschwankung, tageszeitliche Temperaturschwankung, jährliche Temperaturschwankung erläutern;</li> <li>- Beschreiben Sie den Zusammenhang zwischen der Höhe über dem Meeresspiegel und der Temperatur;</li> <li>- beschreiben, wie die Inversion zur Entstehung von Phänomenen wie Nebel und Smog beiträgt.</li> </ul> </li> </ol> <p>1.Smog</p>

2. wie entsteht Smog? Hauptursachen für Smog
3. Auswirkungen von Smog auf Gesundheit und Umwelt
4. der Londoner Smog
5. Temperaturinversion.
6. Ursachen der Temperaturinversion
7. wie verschärfen Temperaturinversionen den Smog?
8. die Auswirkungen der Temperaturinversion

### 2. DAS VIDEO ANZEIGEN (10 min)

#### Video 1952 London "Great Smog" Temperaturinversion

Der Große Smog von London oder der Große Smog von 1952 war eine schwere Luftverschmutzung, die London, England, im Dezember 1952 betraf.

<https://www.youtube.com/watch?v=hmrjwAkMveE>

<https://www.youtube.com/watch?v=jTrZZvnlHl8>

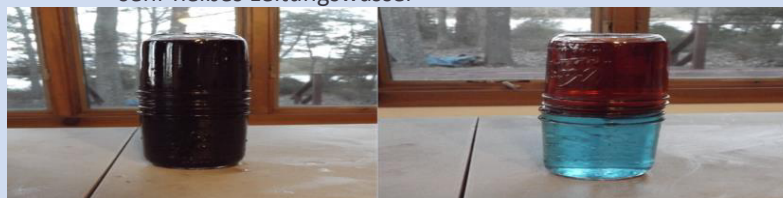
### 3. WISSENSCHAFTLICHES EXPERIMENT (40 MIN.)

(die Temperaturinversion durch ein einfaches Experiment verstehen)

Identifizieren Sie die Quellen der Verschmutzung, die besonders zur Kaltluftinversion (im Winter) beitragen können.

#### Materialien

- 4 identische kleine, durchsichtige Glasgefäße (z. B. Babykostgläser)
- Eiswasser
- Karteikarten, die groß genug sind, um die Öffnungen der Gläser abzudecken
- Rote Lebensmittelfarbe
- flache Pfannen oder Backformen (für verschüttete Flüssigkeiten)
- sehr heißes Leitungswasser



#### Verfahren

1. Um normale Bedingungen zu simulieren, stellen Sie beide Gläser in eine flache Pfanne oder Auflaufform, um Verschüttetes aufzufangen.
2. Füllen Sie ein Glas mit heißem Wasser und ein Glas mit Eiswasser (kein Eis). Füllen Sie die Gläser bis zum Rand. Geben Sie einige Tropfen roter Lebensmittelfarbe in das Glas mit dem heißen Wasser, um Schadstoffe in der Luft in Erdnähe darzustellen.
3. Legen Sie die Karteikarte oben auf das Glas mit dem kalten (klaren) Wasser und drehen Sie das Glas schnell auf das Glas mit dem heißen, verschmutzten (roten) Wasser um. Achten Sie darauf, dass die Öffnungen der beiden Gläser genau aufeinander ausgerichtet sind und halten Sie die in dieser Position, während Sie die Karteikarte schnell, aber vorsichtig herausziehen. Lassen Sie die Gläser stehen.
4. Umgekehrte Bedingungen: Wiederholen Sie das obige Verfahren, nur dass Sie in diesem Fall die rote Lebensmittelfarbe in das Glas mit kaltem Wasser geben. Legen Sie dann die Karteikarte oben auf das Glas mit dem heißen (klaren) Wasser und stülpen Sie es über das Glas mit dem kalten, verschmutzten (roten) Wasser. Lassen Sie die Gläser stehen.
5. Was passiert zunächst? Das heiße (rote) und das kalte (klare) Wasser vermischen sich sofort, wodurch ein Teil der roten Lebensmittelfarbe





## LearnSTEM

### Innovatives Modell für MINT-Unterricht in Sekundarschulen



Co-funded by  
the European Union

	<p>(Verunreinigung) in das obere Gefäß gelangt, das dadurch rot wird. Gleichzeitig wird das Rot (die Verunreinigung) im unteren Gefäß verdünnt. Diese Vermischung des wärmeren, gefärbten Wassers zeigt, wie die warme Luft in Erdnähe in die kältere obere Atmosphäre aufsteigen und die Schadstoffe verteilen kann. Im zweiten Fall ist das kalte (rote) Wasser gefangen und kann nicht nach oben entweichen. Das Glas mit dem heißen Wasser oben (klar) hat die schmutzige (rote) kalte Luft "gefangen", genauso wie warme Luft eine Schicht kalter, verschmutzter Luft einschließen und ungesunde Luftqualitätsbedingungen schaffen kann.</p> <p>6. Jetzt identifizieren Sie die Verschmutzungsquellen, die besonders zur Kaltluftinversion (im Winter) beitragen können.</p> <p><b>3. BEWERTUNG (H5P) (10 MIN)</b></p>
<p><b>Methoden zur Vermittlung von Inhalten</b> (Vorlesung, Diskussionen, Forschung, Gruppenarbeit usw.)</p>	<p>Vortrag, Diskussion, Brainstorming, Recherche, Gruppenarbeit</p>
<p><b>Bewertungsmethode</b></p>	<p>H5P</p>
<p><b>Referenzen (falls erforderlich)</b> (bitte APA-Stil verwenden)</p>	<p><a href="https://www.youtube.com/watch?app=desktop&amp;v=L7i7N-je-aM">https://www.youtube.com/watch?app=desktop&amp;v=L7i7N-je-aM</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=T_U3TXHBt-0">https://www.youtube.com/watch?v=T_U3TXHBt-0</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=a8Y6xX_OSzo">https://www.youtube.com/watch?v=a8Y6xX_OSzo</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Dk9VHHFUbqo">https://www.youtube.com/watch?v=Dk9VHHFUbqo</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?app=desktop&amp;v=L7i7N-je-aM">https://www.youtube.com/watch?app=desktop&amp;v=L7i7N-je-aM</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=T_U3TXHBt-0">https://www.youtube.com/watch?v=T_U3TXHBt-0</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=a8Y6xX_OSzo">https://www.youtube.com/watch?v=a8Y6xX_OSzo</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Dk9VHHFUbqo">https://www.youtube.com/watch?v=Dk9VHHFUbqo</a></p>



## 1.3 Lerneinheit 3 - STÜRME UND TEMPERATUREN

### 1.3.1 Hintergrund

Der Klimawandel führt dazu, dass extreme Wetterereignisse wie Dürren, Hitzewellen und Stürme in vielen Regionen der Welt immer häufiger auftreten. Ein Sturm ist eine extreme Wetterlage mit sehr starkem Wind, heftigem Regen und oft auch Blitz und Donner. Sturm, heftige atmosphärische Störung, gekennzeichnet durch niedrigen Luftdruck, Bewölkung, Niederschlag, starke Winde und möglicherweise Blitz und Donner.

Sturm ist ein allgemeiner Begriff, der im Volksmund für eine Vielzahl von atmosphärischen Störungen verwendet wird, die von gewöhnlichen Regenschauern und Schneestürmen bis hin zu Gewittern, Wind und windbedingten Störungen wie Orkanen, Tornados, tropischen Wirbelstürmen und Sandstürmen reichen.

Arten von Stürmen

1. Blizzards
2. Hagel
3. Starker Regen
4. Eisige Stürme
5. Lightning
6. Gewitterstürme
7. Wind

Diese Lektion ist Teil der Climate Action in LearnSTEM und beschäftigt sich mit Stürmen und ihren Arten. In dieser Lektion erklären die Lernenden den Unterschied zwischen Klima und Wetter und die Arten von Stürmen. In dieser Lektion mit integrierten Fähigkeiten beschäftigen sich die Schüler\*innen mit dem Thema Klimawandel, insbesondere damit, wie dieser das Leben der Menschen beeinflusst. Sie treffen Vorhersagen, sehen sich ein kurzes Video an und beantworten Fragen. Anschließend überlegen und diskutieren sie, wie sich der Klimawandel auf ihren Wohnort ausgewirkt hat und wie er ihren Wohnort in Zukunft beeinflussen könnte.

#### INHALT DER LEKTION

- Didaktisches Video (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource- Storms And Temperatures),
- PPT (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource- Storms And Temperatures),
- Zusätzliche Ressourcen (WP2-P2-Learnstem\_Text\_ Storms And Temperatures Ph-ADDITIONAL RESOURCES\_EN.Docx),
- Bewertung (H5P) (WP2-P2-Learnstem\_ Storms And Temperatures Ph-H5P\_EN.Docx),
- Experiment

### 1.3.2 Inhalt

LearnSTEM	
Modul 1: STÜRME UND TEMPERATUREN	
<b>Ziel des Moduls/der Lerneinheit</b>	Die Schüler*innen können: 1. den Unterschied zwischen Klima und Wetter erklären. 2. die Faktoren, die das Klima bestimmen erklären.



## LearnSTEM

### Innovatives Modell für MINT-Unterricht in Sekundarschulen



Co-funded by  
the European Union

	<p>3. erläutern, wie einige dieser Faktoren zusammenwirken, um das regionale Klima zu bestimmen.</p> <p>4. die Arten von Stürmen erklären.</p>
<b>Dauer</b>	80 min.
<b>Lernziele</b>	<p>Die Schüler*innen sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Zu erklären, was eine Wettergefahr ist,</li> <li>● die Merkmale von Stürmen, Überschwemmungen und Dürreperioden zu beschreiben,</li> <li>● verschiedene Arten von Stürmen wie Schneestürme, tropische Stürme, Wirbelstürme, Gewitter und Tornados zu beschreiben,</li> <li>● die Rolle von Wettervorhersagen bei der Vorhersage von Wettergefahren zu beschreiben,</li> <li>● Möglichkeiten, wie sich die Menschen auf Wettergefahren vorbereiten und sich dagegen schützen können, z. B. durch Hochwasserschutzmauern, Dämme, Fensterbretter, Blitzableiter und Dämme zu erklären.</li> </ul>
<p><b>Erforderliche Ressourcen/Materialien</b></p> <p>(Arbeitsblatt, Diagramme, Handouts, didaktisches Video, Auszüge aus Büchern/Handbüchern, Mind Maps usw.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Didaktisches Video (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource- Storms And Temperatures),</li> <li>● PPT (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource- Storms And Temperatures),</li> <li>● Zusätzliche Ressourcen (WP2-P2-Learnstem_Text_ Storms And Temperatures Ph-ADDITIONAL RESOURCHES_EN.Docx),</li> <li>● Bewertung (H5P) (WP2-P2-Learnstem_ Storms And Temperatures Ph-H5P_EN.Docx),</li> <li>● Experiment (ähnlich wie das oben gezeigte Video)</li> </ul>
<b>Verfahren</b>	<p><b>1.(20 MIN.) PPT-PRÄSENTATION</b> Stürme und Temperaturen</p> <p><b>Einführung von wetterbezogenen Kollokationen</b></p> <p>1) die Dürre - viele Teile der Welt sind davon betroffen, z. B. Indien und Afrika.</p> <p>2) Überschwemmungen - viele Teile der Welt sind davon betroffen, z. B. Europa, Lateinamerika, Bangladesch.</p> <p>3) Schneesturm/Blizzards, z. B. in Kanada, Nordeuropa und Russland, Japan usw.</p> <p>4) Tornados, z.B. in den USA oder Kanada</p> <p>1. Sturm und Klima 2. Was verursacht das Wetter? 3. Die Definition des Klimas (Die Haupttypen von Klimazonen) 4. Was sind Stürme und Sturmartent? 5. Hurrikan 6. Wirbelstürme 7. Überschwemmung</p> <p><b>2. (10 MIN.) VIDEO IM KLASSENZIMMER ANSEHEN:</b> Machen Sie mit den Schüler*innen ein Brainstorming über einige der Auswirkungen des Klimawandels. <a href="https://emtv.com.pg/wp-content/uploads/2016/06/IPCC-Empathetic-onPacific-Threat-media.jpg">https://emtv.com.pg/wp-content/uploads/2016/06/IPCC-Empathetic-onPacific-Threat-media.jpg</a></p>



## LearnSTEM Innovatives Modell für MINT-Unterricht in Sekundarschulen



Co-funded by  
the European Union

<http://asiafoundation.org/wpcontent/uploads/2016/04/BangladeshKhulna.jpg> Studenten

### 3. (40 MIN.) WISSENSCHAFTLICHES EXPERIMENT (GEWITTEREXPERIMENT)

Benötigte Materialien:

Klarer, rechteckiger Behälter

Wasser bei Raumtemperatur

Eiswürfelbehälter

Rote und blaue Lebensmittelfarbe

#### Wie man eine Gewittersimulation erstellt

1. Machen Sie blaue Eiswürfel.
2. Füllen Sie ein klares, rechteckiges Gefäß mit Wasser von Zimmertemperatur.
3. Blaue Eiswürfel und rote Lebensmittelfarbe in das Wasser geben.
4. Das blaue und das rote Wasser treffen aufeinander und bilden eine Kaltfront, aus der sich Gewitter bilden.

#### Schritt 1: Einige blaue Eiswürfel herstellen

Für dieses Experiment müssen einige Eiswürfel hergestellt werden. Es ist also eine gute Idee, diesen Schritt im Voraus zu erledigen, damit das Eis genügend Zeit hat, sich zu bilden.

Füllen Sie einen Eiswürfelbehälter mit Wasser und geben Sie dann einen Tropfen blaue Lebensmittelfarbe in jeden Schlitz des Behälters.

Sie brauchen nur etwa 5 blaue Eiswürfel, also geben Sie die Farbe in 5 Schlitze in der Schale.

#### Schritt 2: Füllen Sie einen klaren, rechteckigen Behälter mit Wasser

Wenn die blauen Eiswürfel gefroren sind, können Sie zum nächsten Schritt übergehen, indem Sie ein klares, rechteckiges Gefäß mit Wasser bei Raumtemperatur füllen (Auflaufform aus Klarglas oder große Tupperware-Schale aus Plastik). Wichtig ist, dass der Behälter durchsichtig und rechteckig ist, damit man das wissenschaftliche Gewitterexperiment in Aktion sehen kann!

Gießen Sie nun so viel Wasser bei Raumtemperatur in den Behälter, dass er zu etwa 3/4 gefüllt ist.

Damit das Experiment richtig funktioniert, muss das Wasser Zimmertemperatur haben. Wenn es zu heiß oder zu kalt ist, wird das Gewitterexperiment scheitern!

#### Schritt 3: Blaue Eiswürfel und rote Lebensmittelfarbe in das Wasser geben

Geben Sie nun vorsichtig 4 oder 5 blaue Eiswürfel in das Wasser auf einer Seite des Behälters.

Geben Sie gleichzeitig einige Tropfen roter Lebensmittelfarbe in das Wasser auf der gegenüberliegenden Seite des Behälters.

Es könnte hilfreich sein, wenn eine zweite Person bei diesem Teil hilft, damit es einfacher ist, die Eiswürfel und die rote Farbe gleichzeitig einzufüllen.

#### Schritt 4: Das blaue und rote Wasser kollidieren und bilden eine Kaltfront, aus der sich Gewitter bilden können



## LearnSTEM

### Innovatives Modell für MINT-Unterricht in Sekundarschulen



Co-funded by  
the European Union

	<p>Zuerst sieht man, wie das blaue Wasser von den Eiswürfeln schmilzt und auf den Boden sinkt, während es sich auf der anderen Seite in Richtung des roten Wassers ausbreitet, das dann in der Mitte des Behälters zusammenstößt.</p> <p>Dieses wissenschaftliche Gewitterexperiment ist eine großartige Simulation, wie Kaltfronten und Gewitter in der wunderbaren Welt des Wetters funktionieren!</p> <p>Das blaue Wasser steht für die kalte und dichte Luft hinter einer Kaltfront, die die wärmere, weniger dichte Luft vor der Kaltfront zum Aufsteigen zwingt.</p> <p>Wenn warme, feuchte Luft entlang einer Kaltfront in den Himmel aufsteigt, kühlt sie ab und kondensiert zu Wolken, die schließlich zu Gewittern werden können!</p> <p style="text-align: center;"><b>5. BEURTEILUNG (H5P) (10 MIN)</b></p>
<b>Methoden zur Vermittlung von Inhalten</b> (Vorlesung, Diskussionen, Forschung, Gruppenarbeit usw.)	Vortrag, Diskussion, Brainstorming, Recherche, Gruppenarbeit
<b>Bewertungsmethode</b>	<b>H5P</b>
<b>Referenzen (falls erforderlich)</b> (bitte APA-Stil verwenden)	<p>Gewitter Wissenschaft Experiment   Wetter Wissenschaft Experimente  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=X2h523mCeQU">https://www.youtube.com/watch?v=X2h523mCeQU</a></p> <p>Tornado-Experiment   Wetterwissenschaftliche Experimente  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=F7nMV6JUsRA">https://www.youtube.com/watch?v=F7nMV6JUsRA</a></p> <p>Auge eines Hurrikans  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=F7MQIgfXRFI">https://www.youtube.com/watch?v=F7MQIgfXRFI</a></p> <p><a href="https://playingwithrain.com/thunderstorm-science-experiment/">https://playingwithrain.com/thunderstorm-science-experiment/</a></p> <p>Wie macht man einen: TORNADO IN EINER FLASCHE  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=j-denwzjib0">https://www.youtube.com/watch?v=j-denwzjib0</a></p>



# LearnSTEM

## Innovatives Modell für MINT-Unterricht in Sekundarschulen



Co-funded by  
the European Union

### 1.4 Lerneinheit 4- Jahreszeiten und Ekliptik-Simulator

#### 1.4.1 Hintergrund

Eine Jahreszeit ist ein Zeitraum des Jahres, der sich durch besondere klimatische Bedingungen auszeichnet. Die vier Jahreszeiten - Frühling, Sommer, Herbst und Winter - folgen regelmäßig aufeinander. Jede hat ihre eigenen Licht-, Temperatur- und Wettermuster, die sich jedes Jahr wiederholen.

Die Jahreszeiten entstehen, weil die Erde gegenüber der Bahnebene, der unsichtbaren, flachen Scheibe, auf der die meisten Objekte im Sonnensystem die Sonne umkreisen, um ihre Achse geneigt ist. Die Erdachse ist eine unsichtbare Linie, die durch den Erdmittelpunkt von Pol zu Pol verläuft. Die Erde dreht sich um ihre Achse.

Die Erde hat Jahreszeiten aufgrund der Neigung der Erdachse, die eine Linie durch den Süd- und Nordpol ist. Die Erdachse neigt sich zu den Sonnenstrahlen hin und von ihnen weg, während sie sich im Kreis um die Sonne bewegt. 4 Jahreszeiten entstehen durch die Neigung der Erde.

Dieser Unterrichtsplan enthält die Ziele, Voraussetzungen und Ausnahmen der Unterrichtsstunde, in der die Schüler\*innen lernen, die Jahreszeiten als Beispiel für Muster in der Natur zu erkennen, die Ursache der Jahreszeiten zu erklären und zu beschreiben, wie sie sich voneinander unterscheiden.

#### INHALT DER LEKTION

- Didaktisches Video (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource\_ Seasons and Ecliptic Simulator),
- PPT (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource- Seasons and Ecliptic Simulator),
- Zusätzliche Ressourcen (WP2-P2-Learnstem\_Text\_ Seasons and Ecliptic Simulator \_ADDITIONAL RESOURCHES\_EN. Docx),
- Bewertung (H5P) (WP2-P2-Learnstem\_Text\_ Seasons and Ecliptic Simulator),
- Experiment und Ekliptik-Simulator

#### 1.4.2 Inhalt

LearnSTEM	
Modul 1: Jahreszeiten und Ekliptik-Simulator	
<b>Ziel des Moduls/der Lerneinheit</b>	Die Schüler*innen werden verstehen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wie die Erdkrümmung Breitenunterschiede in der Sonneneinstrahlung erzeugt wird.</li> <li>- Wie die Neigung der Erdachse jahreszeitliche Veränderungen bewirkt.</li> <li>- Warum die südliche und die nördliche Hemisphäre entgegengesetzte Jahreszeiten haben.</li> <li>- Wie sich Änderungen des axialen Neigungswinkels auf die jahreszeitlichen Temperaturen auswirken.</li> <li>- Wie die Erdachse ihre Ausrichtung während eines Umlaufs nicht ändert.</li> <li>- Wie die jährliche Erdumlaufbahn die beobachteten jahreszeitlichen Veränderungen bewirkt.</li> </ul>
<b>Dauer</b>	<b>80 min.</b>



# LearnSTEM

## Innovatives Modell für MINT-Unterricht in Sekundarschulen



Co-funded by  
the European Union

<b>Lernziele</b>	<p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls/der Lerneinheit (LU) sind die Schüler*innen in der Lage:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. zu erklären, warum Sonnen- und Mondfinsternisse auftreten</li> <li>2. zu erklären, warum die Erde Jahreszeiten hat</li> <li>3. Modelle von Sonnen- und Mondfinsternissen zu zeichnen und manipulieren</li> <li>4. ein Modell der Lage der Erde während der verschiedenen Jahreszeiten zu zeichnen</li> </ol>
<b>Erforderliche Ressourcen und Materialien</b>  (Arbeitsblatt, Diagramme, Handouts, didaktisches Video, Auszüge aus Büchern/Handbüchern, Mind Maps usw.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Didaktisches Video (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource_ Seasons and Ecliptic Simulator),</li> <li>● PPT (WP2-P2-Learnstem-Learning Resource- Seasons and Ecliptic Simulator),</li> <li>● Zusätzliche Ressourcen (WP2-P2-Learnstem_Text_ Seasons and Ecliptic Simulator _ADDITIONAL RESOURCHES_EN. Docx),</li> <li>● Bewertung (H5P) (WP2-P2-Learnstem_Text_ Seasons and Ecliptic Simulator),</li> <li>● Experiment (wie das oben gezeigte Video)</li> </ul>
<b>Verfahren</b>	<p>Anleitungsschritte, die die Schüler*innen befolgen müssen:</p> <p><b>1 . PRÄSENTATION UND DISKUSSION POWERPOINT ( 30 MIN)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Definition der Jahreszeit</li> <li>2. Warum haben wir Jahreszeiten?</li> <li>3. Kippen</li> <li>4. Die Sommersonnenwende</li> <li>5. Herbstliche Tagundnachtgleiche</li> <li>6. Die Wintersonnenwende</li> <li>7. Die Frühlingstagundnachtgleiche</li> <li>8. In der Zusammenfassung</li> <li>9. Aufgabe für Lernende (Saison-Webanwendung)</li> <li>10. Aufgabe für Lernende (H5P-Fragen)</li> <li>11. Modellierung von Jahreszeiten (entwerfen Sie Ihr eigenes Jahreszeitenmodell)</li> </ol> <p><b>2. VIDEO WEBANWENDUNG ( 10 MIN)</b></p> <p><a href="https://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons_ecliptic.html">https://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons_ecliptic.html</a></p> <p>Typ Webanwendung</p> <p>Beschreibung: Das Nebraska Astronomy Applet Project bietet Online-Laboratorien an, die sich an die Zielgruppe der Einsteiger in die Astronomie richten. Jedes Labor besteht aus Hintergrundmaterial und einem oder mehreren Simulatoren, die die Schüler*innen während der Arbeit mit einem Schülerhandbuch verwenden.</p> <p><a href="https://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons_ecliptic.html">https://astro.unl.edu/naap/motion1/animations/seasons_ecliptic.html</a></p> <p>Diese Simulation ist Teil eines größeren Labors, das sich mit Erdkoordinaten und dem himmlischen Äquatorialkoordinatensystem befasst und es den Benutzer*innen ermöglicht, die Bewegung der Sonne und ihre Beziehung zu den Jahreszeiten zu untersuchen. Kommentare von Fachwissenschaftler*innen:</p> <p><b>3. SCHÜLEREXPERIMENT (30 MINUTEN)</b></p> <p>Materialien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eine Lichtquelle (vorzugsweise eine Glühbirne, aber auch eine Taschenlampe ist geeignet)</li> <li>- Globe</li> </ul>



# LearnSTEM

## Innovatives Modell für MINT-Unterricht in Sekundarschulen



Co-funded by  
the European Union

- Bilder einiger jahreszeitlicher Sternbilder (z. B. Orion)
- Sternkarten

1. Stellen Sie die Glühbirne in der Mitte des Raumes auf. Stellen Sie den Globus auf den Boden. Lassen Sie die Schüler\*innen verschiedene Sternbilder (z. B. den Tierkreis) darstellen, die nacheinander im Raum aufgestellt werden.
2. Bitten Sie die Schüler\*innen, sich vorzustellen, dass sie auf dem Globus stehen und der Sonne zugewandt sind. Erklären Sie ihnen, dass dies das ist, was sie am Tag sehen.
3. Diskutieren Sie die Idee, dass man die Sternbilder "hinter der Sonne" nicht sehen kann.
4. Lassen Sie die Schüler\*innen dann auf die "Nachtseite" des Globus wechseln. Bitten Sie sie, den "Himmel" zu betrachten und zu erklären, was sie sehen können, d.h. lassen Sie sie die Sternbilder aufzählen, die sie sehen können.
5. Gehen Sie dann mit den Schüler\*innen durch die Jahreszeiten und notieren Sie jedes Mal, welche Sternbilder sie nachts sehen können. Lassen Sie die Schüler\*innen aufschreiben, welche Sternbilder sie zu jeder Jahreszeit "sehen" können.
6. Lassen Sie die Schüler\*innen diese Konstellationen mit denen vergleichen, die sie in den Beobachtungsnächten sehen konnten, und notieren Sie genau, wann sie die Konstellationen sehen konnten.

### Schüleraufgabe 1

- Benutzen Sie die Taschenlampe und den Ball am Stab, um die Sonne bzw. die Erde darzustellen. (Für diese Demonstration halten Sie den Stab senkrecht.)
  - Wie unterscheidet sich die Verteilung des einfallenden Sonnenlichts zwischen dem Äquator und den Polen? (Können Sie erklären, warum es am Äquator heißer ist als an den Polen?)

### Schüleraufgabe 2

- Benutzen Sie die Taschenlampe und den Ball am Stab, um die Sonne bzw. die Erde darzustellen. (Für diese Demonstration kippen Sie den Stab.)
  - Wie wirkt sich die Neigung des Stabes (der Erdachse) auf die Verteilung der einfallenden Sonnenstrahlung (Sonneneinstrahlung) aus?
  - Verwenden Sie das Modell, um die relativen Positionen von Erde und Sonne für unseren Winter und Sommer darzustellen.
  - Was passiert, wenn man die Erde um ihre Achse dreht? Was demonstrieren Sie?

### Schüleraufgabe 3

- Benutzen Sie die Taschenlampe und den Ball am Stab, um die Sonne bzw. die Erde darzustellen. (Für diese Demonstration kippen Sie den Stab.)
  - Demonstration der jährlichen Umlaufbahn der Erde um die Sonne und Erklärung anhand des Modells:
    - Warum es in den USA Winter sein kann, während in Australien Sommer ist;
    - Die gegensätzlichen Positionen von Erde und Sonne für jede Jahreszeit in den Vereinigten Staaten.





## LearnSTEM

### Innovatives Modell für MINT-Unterricht in Sekundarschulen



Co-funded by  
the European Union

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Was passiert mit den saisonalen Temperaturen an verschiedenen Orten, wenn der Neigungswinkel zunimmt oder abnimmt?</li> </ul> <p><b>4. BEWERTUNG (H5P) (10 MIN)</b></p>
<p><b>Methoden zur Vermittlung von Inhalten</b> (Vorlesung, Diskussionen, Forschung, Gruppenarbeit usw.)</p>	<p><b>Vortrag, Diskussion, Brainstorming, Recherche, Gruppenarbeit</b></p>
<p><b>Bewertungsmethode</b></p>	<p><b>H5P</b></p>
<p>Referenzen (falls erforderlich) (bitte APA-Stil verwenden)</p>	<p> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=5LOju_jd3O4">https://www.youtube.com/watch?v=5LOju_jd3O4</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=L7i7N-je-aM&amp;t=33s">https://www.youtube.com/watch?v=L7i7N-je-aM&amp;t=33s</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=fgYlxbUtZ98">https://www.youtube.com/watch?v=fgYlxbUtZ98</a>  <a href="https://education.nationalgeographic.org/resource/season/">https://education.nationalgeographic.org/resource/season/</a>  <a href="https://www.britannica.com/science/season">https://www.britannica.com/science/season</a>  <a href="https://spaceplace.nasa.gov/seasons/en/">https://spaceplace.nasa.gov/seasons/en/</a>  <a href="https://www.livescience.com/25202-seasons.html">https://www.livescience.com/25202-seasons.html</a>  <a href="https://www.timeanddate.com/astronomy/seasons-causes.html">https://www.timeanddate.com/astronomy/seasons-causes.html</a>  <a href="https://education.nationalgeographic.org/resource/season/">https://education.nationalgeographic.org/resource/season/</a> </p>